

ABSTRACT for DE 44 15 983 A1

The abstract of this German document reads as follows:

“The invention refers to a system for reduction of the noise of the tires of cars on the road which noise is transferred by the air. The housing of the tire at least partially covers the tire and comprises a passive noise absorber”.

In case of a relatively stiff covers 6 the diameter of the holes 8 are between 10 and 25 mm, according to claim 12. If the holes are smaller a flexible cover 6 is necessary but nothing is described about the functional principle of the absorption of acoustical waves by “friction” of the air within the holes in order to reach optimum sound absorption.

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# ⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 44 15 983 A 1

⑯ Int. Cl. 8:

G 10 K 11/16

B 62 D 25/16

B 60 R 13/08

⑯ Aktenzeichen: P 44 15 983.8

⑯ Anmeldetag: 6. 5. 94

⑯ Offenlegungstag: 16. 11. 95

EPO-BERLIN

24-04-2003

⑯ Anmelder:

Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

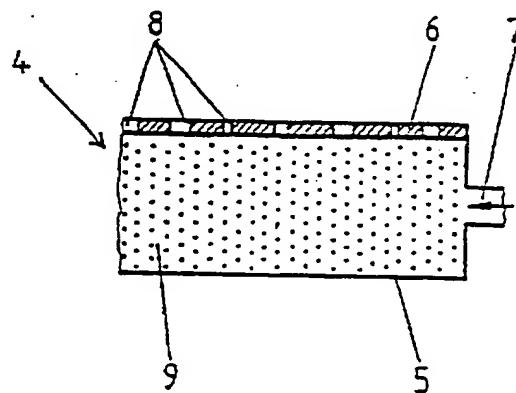
⑯ Erfinder:

Dodt, Thomas, Dr., 30455 Hannover, DE; Gauterin, Frank, 31535 Neustadt, DE; Schulze, Thomas, Dr., 30173 Hannover, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Anordnung zur Reduktion eines Reifen/Fahrbahngeräusches

⑯ Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Reduktion des über die Luft übertragenen Anteiles des von einem Kraftfahrzeug emittierten Reifen/Fahrbahngeräusches. Dabei ist der den Reifen zumindest zum Teil überdeckende Radkasten zumindest teilweise mit einer als passiver Schallabsorber wirkenden Vorrichtung versehen.



DE 44 15 983 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09.95 508 046/54

10/29

DE 44 15 983 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Reduktion des über die Luft übertragenen Anteiles des von einem Kraftfahrzeug emittierten Reifen/Fahrbahngeräusches.

In den letzten Jahren wurde seitens der Kraftfahrzeughsteller schalldämmenden Maßnahmen, die vor allem die Motorgeräusche im Außengeräusch und deren Übertragung ins Fahrzeuginnere vermindern, verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt. Zu diesen Maßnahmen zählt beispielsweise die Anbringung von schalldämmenden Motorkapselungen, was jedoch zur Folge hat, daß das Reifen/Fahrbahngeräusch mehr und mehr zur dominierenden Lärmquelle wird. Dabei entwickeln LKW-Reifen aus konstruktionsbedingten Gründen ein als störender empfundenes Röllgeräusch als PKW-Reifen. Die hauptsächliche Abstrahlung von Schalleistung erfolgt bei PKW-Reifen in einem Frequenzbereich von ca. 500 bis 2.000 Hz, bei LKW-Reifen in einem Frequenzbereich von ca. 400 bis 1.200 Hz.

Auch seitens der Reifenhersteller werden seit vielen Jahren Maßnahmen getroffen und ständig weiterentwickelt, die insbesondere darauf abzielen, das Reifen/Fahrbahngeräusch derart zu beeinflussen, daß eine Verteilung der auftretenden Frequenzen auf ein breiteres Frequenzband erfolgt, was subjektiv als angenehmer empfunden wird, als eine Schallabstrahlung mit vorherrschenden Frequenzen. Der Großteil der gesetzten Maßnahmen erfolgt am Laufstreifenprofil der Reifen selbst, indem grundsätzlich das Verfahren der Pitchlängenvariation, welches in Einzelaspekten immer wieder verbessert wird, angewandt wird.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, zusätzliche Möglichkeiten zu den bisher bekannten Maßnahmen aufzufinden, die bewirken, daß sowohl im Fahrzeuginneren als auch im Nah- und Fernfeld des Fahrzeugs das Reifen/Fahrbahngeräusch merklich reduziert ist.

Gelöst wird die gestellte Aufgabe erfundungsgemäß dadurch, daß der den Reifen zumindest zum Teil überdeckende Radkasten zumindest teilweise mit einer als passiver Schallabsorber wirkenden Vorrichtung versehen ist.

Nach der Erfindung wird daher in unmittelbarer Nähe und in den Schallabstrahlungsrichtungen des abrollenden Reifens eine wirkungsvolle Maßnahme zur Schallabsorption getroffen, die auf die gewünschte Schallabsorption bezüglich der Frequenzbereiche und/oder der räumlichen Ausprägung der Schalleistung entsprechend abgestimmt werden kann.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen und Ausgestaltungen der Einrichtung gemäß Anspruch 1 sind in den Unteransprüchen enthalten.

Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die als passiver Schallabsorber wirkende Vorrichtung als Lochabsorber ausgeführt.

Bei einer weiteren, wirkungsvollen Ausführungsform der Erfindung umfaßt die als passiver Schallabsorber wirkende Vorrichtung ein System von Helmholtz-Resonatoren.

Die Vorrichtung nach der Erfindung ist zweckmäßigerverweise so aufgebaut, daß sie eine mit Löchern versehene und zum Radkasten zu einen Innenraum abschließende Außenhülle aufweist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die Vorrichtung ferner eine dem Radkasten zugeordnete Rückwand umfassen.

Die Außenhülle kann nach einem weiteren Merkmal

der Erfindung entweder aus einem biegeweichen Material, beispielsweise aus Gummi oder Kunststoff oder aus einem starren und somit bieghartem Material beispielsweise aus Kunststoff, Metall oder Blech bestehen.

Bei der Ausführungsform mit einer biegeweichen Außenhülle ist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, daß der Innenraum der Vorrichtung mit Druckluft beaufschlagbar ist. Durch die Beaufschlagung mit Luftdruck wird die Einrichtung in ihrer Funktion als schallabsorbierendes Element aktiviert. Dabei kann durch die Größe des Überdruckes die Geometrie der Anordnung und damit das Absorptionsverhalten entsprechend beeinflußt werden. Durch den Überdruck im Inneren wird ferner für einen ständigen Luftstrom nach außen gesorgt, so daß ein Zusetzen der Löcher durch Schmutz oder durch das Eindringen von Wasser wirkungsvoll verhindert wird.

Bei dieser Ausführungsform ist es dabei günstig, wenn im Innenraum der Vorrichtung eine Stützkonstruktion vorgesehen wird, um von vornherein eine gewisse Formung der Vorrichtung zu erzielen.

Um eine Schallabsorption in einem möglichst breitbandigen Frequenzbereich zu erreichen ist es günstig, wenn die Löcher in der Außenhülle unterschiedliche Lochflächengrößen aufweisen und/oder unregelmäßig verteilt sind, wobei die Löcher bevorzugt mit einem kreisförmigen Querschnitt versehen werden.

Ist die Vorrichtung mit einer biegeweichen Außenhülle versehen, bei der eine Innenbeaufschlagung mit Druckluft vorgesehen ist, so ist es günstig, wenn der Durchmesser der Löcher kleiner gewählt wird als bei einer Vorrichtung, die mit einer starrer Außenhülle versehen ist. Bei einer Vorrichtung mit biegeweicher Außenhülle beträgt dabei der Durchmesser der Löcher  $\leq 3$  mm, insbesondere zwischen 0,1 und 1 mm, bei einer Vorrichtung mit starrer Außenhülle  $\leq 30$  mm insbesondere zwischen 10 und 25 mm.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine biegeweiche Membran oder Folie vorgesehen, die entweder die Außenseite oder die Innenseite der Außenhülle abdeckt. Die biegeweiche Membran schützt somit den Innenraum der Vorrichtung vor dem Eindringen von Schmutz oder Wasser.

Ein System von Helmholtz-Resonatoren läßt sich auf einfache Weise dadurch realisieren, daß der Innenraum der Vorrichtung durch längs- und querverbindende Zwischenwände in Einzelyolumina aufgeteilt ist, wobei jedem Einzelyolumen ein Loch in der Außenhülle zugeordnet ist.

Um eine breitbandigere Abstimmung bzw. eine Verbesserung der Schallabsorptionseigenschaften der Vorrichtung zu erzielen kann sich die Vorrichtung aus zumindest zwei übereinander angeordneten Schallabsorbern zusammensetzen. Die Schallabsorptionseigenschaften lassen sich ferner dadurch günstig beeinflussen, daß im Inneren der Vorrichtung insbesondere poröses schalldämmendes Material, beispielsweise Schaumstoff, Glaswolle, Steinwolle oder dergleichen, eingebracht ist.

Dabei kann das schalldämmende Material als Schicht eingebracht sein oder auch das Innere der Vorrichtung komplett ausfüllen. Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Außenhülle geometrisch strukturiert ist, insbesondere mit Noppen versehen ist, die vorzugsweise kegel-, pyramiden-, tetraeder- oder halbkugelförmig gestaltet sind. Auch diese Maßnahme macht eine weitere Abstimmung bzw. Beeinflussung der Schallabsorptionseigenschaften möglich.

Eine weitere günstige Beeinflussung der Schallabsorptionseigenschaften ist dadurch möglich, daß der Vorrichtung eine als Röhrenabsorber wirkende Einrichtung vorgeordnet ist. Dabei hat diese Maßnahme noch ferner den Vorteil, daß sie einen sehr guten Schutz vor Steinschlag, Schmutz und Spritzwasser darstellt.

Eine besonders einfache Ausgestaltung des Röhrenabsorbers besteht darin, daß sich dieser aus einer Vielzahl von dicht nebeneinander angeordneten Einzelröhren zusammensetzt.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist der Röhrenabsorber als massive Platte mit einer Vielzahl von eng beabstandeten Durchgangsbohrungen ausgeführt.

Eine weitere einfache Variante der Ausführung eines Röhrenabsorbers besteht darin, daß der Röhrenabsorber als Gitter ausgeführt ist, dessen Durchtrittsöffnungen insbesondere unterschiedlich groß sind.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante ist der Röhrenabsorber als ein eine wabenförmige Struktur aufweisendes Gitter gestaltet. Die Anordnung des Röhrenabsorbers vor der Vorrichtung erfolgt bevorzugt in einem gewissen Abstand, der  $\geq 1 \text{ cm}$ , insbesondere zwischen 2 und 5 cm, beträgt.

Von Vorteil kann auch sein, wenn der Röhrenabsorber derart gestaltet wird, daß sich seine Dicke zumindest über einen Bereich seiner Erstreckung insbesondere sterig ändert.

Der Röhrenabsorber kann sich ferner aus Röhren unterschiedlicher Länge zusammensetzen. Zusätzlich kann auch noch der Röhrenquerschnitt über die Röhrenlänge variiert werden, wobei eine stetige Änderung des Röhrenquerschnittes bevorzugt ist. Die Röhren können so zusätzlich als  $\lambda/4$ -Resonatoren für bestimmte Frequenzen wirken.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der Zeichnung, die einige Ausführungsbeispiele darstellt, näher beschrieben. Dabei zeigt Fig. 1 ein Rad mit darüber angeordnetem Radkasten in Seitenansicht in schematischer Darstellung. Fig. 2a, 2b und 2c zeigen schematisch Querschnitte durch jeweils einen Teilbereich von Ausführungsformen der Erfindung. Fig. 3a und 3b jeweils Draufsichten auf je einen Teilbereich der in Fig. 2a und Fig. 2b dargestellten Variante, Fig. 4a bis 4c schematische Querschnitte durch Teilbereiche weiterer Ausführungsformen, Fig. 5 schematisch eine Schrägansicht eines Teiles eines im Rahmen der Erfindung einsetzbaren Röhrenabsorbers, Fig. 6a bis 6c Draufsichten auf Teile weiterer Ausführungsformen eines Röhrenabsorbers, Fig. 7a bis 7c und Fig. 8 schematisch verschiedene weitere Ausgestaltungen von Röhrenabsorbern zum Teil unter Darstellung der grundsätzlichen Anordnung.

Fig. 1 zeigt ein Rad 1 mit einem Reifen 2 in Seitenansicht mit einem darüber angeordneten Radkasten 3. Die hauptsächlichen Abstrahlrichtungen des Reifen/Fahrergeräusches im Latscheinlauf und im Latschauslauf des Reifens 2 sind durch Pfeilbündel angedeutet. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist der Radkasten 3 mit einer schallabsorbierenden Vorrichtung 4 versehen, die den Innenwandbereich des Radkastens 3 komplett abdeckt und am Radkasten 3 entsprechend befestigt ist.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2a und Fig. 3a besteht die Vorrichtung 4 aus einer Rückwand 5, die dem Radkasten zugeordnet ist bzw. an diesem anliegt und dort befestigt wird und einer Außenhülle 6, wobei zwischen Rückwand 5 und Außenhülle 6 ein Hohlräum verbleibt. Die Außenhülle 6 besteht aus einem bleigewichen, jedoch gegenüber Umwelteinflüssen resistenten

und möglichst schlagzähem Material, beispielsweise aus Gummi oder aus einem geeigneten Kunststoff. Die Rückwand 5 kann ebenfalls aus einem solchen Material oder auch einem starren Material, beispielsweise aus einem Kunststoff bestehen, welches in seiner Form dem Radkasten 3 entsprechend angepaßt ist. Alternativ dazu kann der Radkasten 3 selbst die Rückwand bilden. In diesem Fall wird die Außenhülle direkt am Radkasten 3 befestigt, wobei diese Variante bei sämtlichen Ausführungsbeispielen realisiert werden kann. Bei sämtlichen Ausführungsbeispielen ist es ferner möglich, die Rand- bzw. Seitenbereiche der schallabsorbierenden Vorrichtung mit der Rückwand und/oder der Außenhülle mitzubilden oder gesonderte Seitenwandteile vorzusehen.

Die Außenhülle 6 ist mit einer Vielzahl von Löchern 8 versehen, so daß die Vorrichtung als Lochabsorber wirkt, die Außenhülle 6 selbst weist eine Dicke, die insbesondere zwischen 0,5 und 5 mm beträgt, auf. Die Dicke wird entsprechend der erwarteten Beanspruchung gewählt, wobei ferner über die Dicke die Resonanzfrequenz und die Impedanz des Lochabsorbers beeinflußbar ist. Wie Fig. 3a zeigt sind die Löcher 8 bevorzugt mit einem kreisförmigen Querschnitt versehen und weisen verschiedene Durchmesser auf. Bei einer Ausführung mit kreisförmigem Querschnitt wird der Durchmesser der Löcher  $8 \leq 3 \text{ mm}$ , insbesondere 0,1 bis 1 mm, gewählt. Der Lochflächenanteil an der Gesamtfläche der Außenhülle 6 beträgt zwischen 5 und 80%, insbesondere 20 bis 50%. Die Verteilung der Löcher 8 kann auf regelmäßige oder unregelmäßige Art und Weise erfolgen, wobei diesbezüglich darauf geachtet wird, eine Anpassung an das zu erwartende Schallfeld, insbesondere was die Verteilung bzw. den Bereich der auftretenden Frequenzen betrifft, zu erzielen.

Der zwischen der Rückwand 5 und der Außenhülle 6 verbleibende Raum ist über eine Luftzuführleitung 7 mit Luftdruck beaufschlagbar. Dadurch wird zwischen der Rückwand 5 und der Außenhülle 6 ein Abstand von einigen Zentimetern eingestellt, der je nach Auslegung insbesondere 1 bis 10 cm beträgt. Die Vorrichtung 4 wird daher durch den Überdruck als absorbierendes Element aktiviert, wobei der Überdruck mittels einer nicht dargestellten Pumpe aufrecht erhalten wird. Zusätzlich erlaubt eine Variation der Größe des Luftdruckes eine weitere Beeinflussung der Schallabsorptionseigenschaften der Vorrichtung 4. Dabei hat der Überdruck günstigerweise noch die Wirkung, daß für einen ständigen Luftstrom über die Löcher 8 nach außen gesorgt wird, und somit einerseits ein Zusetzen der Löcher 8 durch Schmutz und andererseits das Eindringen von Wasser in das Vorrichtungsinne verhindert wird. Bei Radkästen, die das Rad auch seitlich teilweise abdecken, hat eine Anordnung der Vorrichtung 4 an der Innenwand des seitlich abdeckenden Teiles ferner den Vorteil, daß durch den Luftstrom eine Kühlung des Reifens erzielt wird.

Im Innenraum der Vorrichtung 4 kann ferner zusätzlich ein poröses schalldämmendes Material 9, wie beispielsweise Schaumstoff, Glaswolle, Steinwolle oder dergleichen angeordnet werden. Dieses Material kann auch als schalldämmende Schicht auf der Rückwand 5 der Vorrichtung 4 oder direkt am Radkasten, falls keine gesonderte Rückwand vorgesehen ist, angebracht werden.

Zusätzlich kann zwischen der Rückwand 5 und der Außenhülle 6 eine Stützkonstruktion, die jedoch nicht dargestellt ist, vorgesehen werden, um von vornherein eine gewisse Formung der Vorrichtung 4 zu erzielen.

Fig. 2b und Fig. 3b zeigen eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 4 nach der vorliegenden Erfindung. Auch bei dieser Variante besteht die Vorrichtung 4 aus einer Rückwand 5' und einer Außenhülle 6', wobei letztere aus einem starren, demnach biegeharten Material, beispielsweise einem entsprechenden Kunststoff besteht, und der Radkastenform angepaßt ist. Die Außenhülle 6' ist ebenfalls mit Löchern 8' mit bevorzugt kreisförmigem Querschnitt versehen, die unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Zusätzlich ist bei dieser Ausführungsform eine biegeweiche Membran oder Folie 10 vorgesehen, die an der Außenseite der Außenhülle 6' angeordnet bzw. befestigt ist. Die biegeweiche Membran 10 verschließt die Löcher 8' und schützt somit das Innere der Vorrichtung vor Staub und Wasser. Die insbesondere aus einem Gummi- oder Kunststoffmaterial bestehende Membran wird relativ dünn ausgeführt, wobei sie bezüglich ihrer Dicke und viskoelastischen Eigenschaften so ausgelegt sein soll, daß einerseits die Schallabsorption der Vorrichtung möglichst wenig beeinflußt wird und andererseits jedoch eine ausreichende mechanische Festigkeit gewährleistet ist. Der Innenraum der Vorrichtung 4 wird vorteilhafterweise mit einem schallabsorbierenden Material 9' ausgefüllt. Es ist weiters günstig, wenn auch bei dieser Ausführungsform über eine Luftzufuhrleitung 7' eine Beaufschlagung des Innenraumes der Vorrichtung mit Druckluft erfolgen kann, um durch die damit einhergehende Dehnung der Membran 10 auf dieser anhaftenden Schmutz, Schnee oder dergleichen zu entfernen. Alternativ zu der dargestellten Anbringung der Membran 10 kann diese auch an der Innenseite der Außenhülle 6' angebracht werden.

Eine Ausführung der Vorrichtung mit einer starren bzw. biegeharten Außenhülle 6' hat den Vorteil, daß der Lochdurchmesser materialbedingt größer gewählt werden kann als bei der Ausführungsvariante mit einer biegeweichen Außenhülle. Bevorzugt wird dabei der Lochdurchmesser zwischen 5 und 25 mm gewählt, aus Gründen der erwünschten Schallabsorption im allgemeinen jedoch  $\leq 30$  mm.

Um eine breitbandigere Abstimmung bzw. eine Verbesserung der Schallabsorptionseigenschaften der Vorrichtung 4 zu erzielen, ist es vorteilhaft, innerhalb der Vorrichtung 4 zumindest zwei Lochabsorber miteinander zu kombinieren. Eine Ausführungsform einer derartigen Kombination zeigt Fig. 2c, wo zwischen der Rückwand 5' und der Außenhülle 6'' eine weitere Lochplatte 6''' eingebracht ist. Sowohl die Außenhülle 6'' als auch die Lochplatte 6''' bestehen aus einem biegeharten bzw. starren Material. Sowohl die Lochplatte 6''' als auch die Außenhülle 6'' weisen, wie schon anhand des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 2b beschrieben, entsprechende Löcher 8'' bzw. 8''' auf. Das Lochmuster der Außenhülle 6'' und der Lochplatte 6''' kann, wie dargestellt, übereinstimmen, jedoch auch abweichend voneinander gewählt werden. Auch bei dieser Ausführungsform wird bevorzugt eine gesonderte Membran 10' und ggf. auch die Möglichkeit einer Druckluftbeaufschlagung durch eine Luftzufuhrleitung 7'' vorgesehen, sowie ferner ein Ausfüllen der beiden Innenräume mit schallabsorbierendem Material 9'' vorgenommen.

Wird der Innenraum bzw. werden die Innenräume der in Fig. 2b und Fig. 2c dargestellten Vorrichtungen geteilt bzw. kassettiert, indem durch längs- und querverbindende Teile eine Aufteilung in Einzelvolumina erfolgt, wird ein System von Helmholtz-Resonatoren realisiert. Jedem dieser Helmholtz-Resonatoren ist ein Loch der Außenhülle bzw. der Lochplatte zugeordnet.

Die durch diese Kassettierung entstehenden Resonatorvolumina und die zugehörigen entsprechenden Lochgrößen werden dabei so aufeinander abgestimmt, daß eine breitbandige Absorption durch viele, räumlich benachbarte schmalbandige Resonatoren mit unterschiedlicher maximaler Absorptionsfrequenz erreicht wird.

Zur weiteren Verbesserung der Schallabsorptionseigenschaften ist es weiters günstig, wenn die Außenhülle der Vorrichtung mit geeigneten geometrischen Strukturen mit einer Höhenerstreckung von einigen Zentimetern, insbesondere von 1 bis 10 cm, versehen wird. Die Fig. 4a, 4b und 4c zeigen mögliche Ausführungsformen derart gestalteter Außenhüllen. Da diese Ausführungsvarianten ansonsten Vorrichtungen zeigen, die jenen gemäß Fig. 2a bis Fig. 2c entsprechen, wird in der nachfolgenden kurzen Beschreibung lediglich auf die gesonderte Ausgestaltung der Außenhüllen Bezug genommen. Fig. 4a zeigt dabei im Querschnitt eine Ausführungsform, bei der die Außenhülle derart ausgeführt ist, daß sie sich aus tetraeder- oder pyramidenförmigen Noppen 11 zusammensetzt. Bei der Ausführungsform nach Fig. 4b sind kegelförmig gestaltete Noppen 11' vorgesehen, in der Außenhülle gemäß Fig. 4c halbkugelförmige Noppen 11''.

Eine weitere Verbesserung der Schallabsorptionseigenschaften einer gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführten Vorrichtung läßt sich dadurch erzielen, daß vor der Vorrichtung, wie nun im folgenden und anhand der Zeichnungsfiguren 5 bis 9 beschrieben wird, eine als Röhrenabsorber wirkende Einrichtung angeordnet wird.

Grundsätzlich wirkt als Röhrenabsorber ein System von fest miteinander verbundenen Röhren, deren Durchmesser kleiner ist als ihre Länge. Fig. 5 zeigt eine solche grundsätzliche Struktur. Ein Röhrenabsorber bewirkt nur eine kleine Impedanzänderung der einfallenden Schallwelle, es tritt auch nur eine geringe Reflexion auf. Schallabsorbierend wirkt vor allem die Reibung der Schalldruckwelle an den Röhrenwänden.

Ein Röhrenabsorber kann nun, wie Fig. 5 zeigt, aus einer Vielzahl durch an ihren Seitenwänden verbundenen Einzelröhren bestehen. Fig. 6a zeigt einen im Rahmen der vorliegenden Erfindung einsetzbarer Röhrenabsorber 13, welcher als massive Platte mit einer Vielzahl von eng beabstandeten Durchgangsbohrungen 12 ausgeführt ist.

Fig. 6b zeigt eine Draufsicht auf einen Teilbereich eines Röhrenabsorbers 13', der als gitterartige Platte ausgeführt ist und aus einem System von rechteckförmigen Durchtrittsöffnungen 12' verschiedenster Querschnittsflächen mit zumindest zum Teil gemeinsamen Trennwänden 14 besteht.

Eine dritte Ausführungsvariante eines Röhrenabsorbers 13'' zeigt Fig. 6c, wo ein wabenförmig strukturiertes Gitter vorliegt, das sich somit aus im Querschnitt regelmäßige Sechsecke bildenden Strukturen 12'' zusammensetzt.

Hinsichtlich der Ausgestaltung des Röhrenabsorbers stehen dem Fachmann eine Vielzahl von Möglichkeiten offen, wobei in Fig. 6a, 6b und 6c lediglich und beispielhaft drei Ausführungsformen dargestellt sind.

Wie Fig. 7a, 7b und 7c schematisch zeigen erfolgt die Anordnung des Röhrenabsorbers bevorzugt in einem Abstand, der  $\geq 1$  cm insbesondere zwischen 2 und 5 cm, gewählt wird vor der schallabsorbierenden Vorrichtung 4.

Fig. 7a zeigt dabei eine Variante, bei der die Röhrlänge und somit die Dicke des Röhrenabsorbers 23 kon-

stant gehalten ist. Wie Fig. 7b zeigt kann die Dicke des Röhrenabsorbers 23' und somit die Röhrenlänge über die Erstreckung des Röhrenabsorbers 23' stetig geändert werden, beispielsweise entsprechend der Rundung des Radkastens. Fig. 7c zeigt eine Ausführungsvariante, bei der die Röhren des Röhrenabsorbers 23" unterschiedliche Längen aufweisen, wobei eine unregelmäßige Verteilung der Röhren gewählt ist.

Die tatsächlichen Längen der Röhren werden an den vorhandenen Einbauraum und die gewünschte Absorptionsfrequenz bzw. Absorptionsleistung angepaßt und kann zwischen 2 und 20 cm, bevorzugt zwischen 5 und 10 cm, betragen. Der Röhrenflächenanteil (Gesamtsumme der Röhrenquerschnittsflächen geteilt durch die Gesamtfrontfläche des Röhrenabsorbers) beträgt zweckmäßigerweise  $\geq 50\%$ , insbesondere bis zu 95%.

Zusätzlich kann auch der Röhrenquerschnitt über die Röhrenlänge variiert werden. Vorteilhafterweise kann eine stetige Änderung des Röhrenquerschnittes vorgenommen werden, wie es beispielsweise beim Röhrenabsorber 33 in Fig. 8 gezeigt ist. Die Röhren können so zusätzlich als  $\lambda/4$ -Resonatoren für verschiedene Frequenzen wirken. Dabei ist es günstig, wenn der die Querschnittsänderung bestimmende Winkel  $\alpha$  (Fig. 8)  $\leq 5^\circ$  beträgt.

Neben den akustischen Vorteilen hat die Kombination der erfundungsgemäßen Vorrichtung mit Röhrenabsorbern noch weitere Vorteile. Bedingt durch ihre Konstruktion haben Röhrenabsorber eine hohe Steifigkeit und Festigkeit und bieten daher einen guten Schutz der erfundungsgemäßen Vorrichtung vor Steinschlag, Verschmutzung, Schnee oder Spritzwasser. Die Röhren der Röhrenabsorber wirken ferner bei nasser Fahrbahn der Sprühnebelbildung entgegen.

In Kombination mit einer erfundungsgemäßen Vorrichtung, wie sie in Fig. 2a dargestellt ist, also bei einem Lochabsorber, wo ein freier Luftdurchtritt gegeben ist, wirkt sich die Anordnung eines Röhrenabsorbers auch noch positiv auf die Belüftung und Luftkühlung der Bremsen und Reifen aus.

Schließlich wird noch darauf verwiesen, daß die beschriebenen und dargestellten Ausführungsvarianten auf unterschiedliche Art und Weise kombiniert werden können. Erwähnt wird ferner, daß nicht der gesamte Radkasten 3 mit einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung versehen werden muß. Die Vorrichtung kann lediglich dort vorgesehen werden, wo das Schallfeld am größten ist. Dabei ist es auch möglich, die Vorrichtung aus Einzelteilen zusammenzusetzen, die jeweils erfundungsgemäß ausgeführt sind.

50

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Reduktion des über die Luft übertragenen Anteiles des von einem Kraftfahrzeug emittierten Reifen/Fahrbahngeräusches, dadurch gekennzeichnet, daß der den Reifen (2) zumindest zum Teil überdeckende Radkasten (3) zumindest teilweise mit einer als passiver Schallabsorber wirkenden Vorrichtung (4) versehen ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als passiver Schallabsorber wirkende Vorrichtung (4) als Lochabsorber ausgeführt ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als passiver Schallabsorber wirkende Vorrichtung (4) ein System von Helmholtz-Resonatoren umfaßt.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (4) eine mit Löchern (8, 8', 8'') versehene und zum Radkasten (3) zu einem Innenraum abschließende Außenhülle (6, 6', 6'') aufweist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (4) eine dem Radkasten (3) zugeordnete Rückwand (5, 5', 5'') umfaßt.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhülle (6) aus einem biegeweichen Material, beispielsweise aus Gummi oder Kunststoff, besteht.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhülle (6', 6'') aus einem biegehartem Material, beispielsweise aus Kunststoff, Metall oder Blech besteht.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum der Vorrichtung (4) mit Druckluft beaufschlagbar ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum der Vorrichtung (4) eine Stützkonstruktion vorgesehen ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Löcher (8, 8', 8'') in der Außenhülle (6, 6', 6'') unterschiedliche Lochflächengrößen aufweisen und/oder unregelmäßig verteilt sind, wobei die Löcher (8, 8', 8'') bevorzugt mit einem kreisförmigen Querschnitt versehen sind.

11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Löcher (8) in der biegeweichen Außenhülle (6)  $\leq 3$  mm, insbesondere zwischen 0,1 und 1 mm, beträgt.

12. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der Löcher (8) in der biegeharteten Außenhülle (6', 6'')  $\leq 30$  mm, insbesondere zwischen 10 und 25 mm, beträgt.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine biegeweiche Membran (10') oder Folie vorgesehen ist, die entweder die Außenseite oder die Innenseite der Außenhülle (6') abdeckt.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum der Vorrichtung durch längs- und querverbindende Zwischenwände in Einzelvolumina aufgeteilt ist, wobei jedem Einzelvolumen mindestens ein Loch in der Außenhülle zugeordnet ist.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Vorrichtung aus zumindest zwei übereinander angeordneten Schallabsorbern zusammensetzt.

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren der Vorrichtung (4) insbesondere poröses schalldämmendes Material (9, 9'), beispielsweise Schaumstoff, Glaswolle, Steinwolle oder dergleichen, eingebracht ist.

17. Anordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das schalldämmende Material als Schicht eingebracht ist oder auch das Innere der Vorrichtung (4) komplett ausfüllt.

18. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhülle (6, 6', 6'') geometrisch strukturiert ist und insbesondere mit Noppen (11, 11', 11'') versehen ist, die vorzugsweise kegel-, tetraeder-, pyramiden- oder halbkul-

gelförmig gestaltet sind.

19. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorrichtung eine als Röhrenabsorber (13, 13', 13'', 23, 23', 23'', 33) wirkende Einrichtung vorgeordnet ist. 5

20. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Röhrenabsorber (20) aus einer Vielzahl miteinander verbundenen Einzelröhren zusammensetzt.

21. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Röhrenabsorber (13) als massive Platte mit einer Vielzahl von eng beabstandeten Durchgangsbohrungen (12) ausgeführt ist. 10

22. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Röhrenabsorber (13') als unterschiedlich große Durchtrittsöffnungen (12') aufwiesendes Gitter ausgeführt ist. 15

23. Anordnung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Röhrenabsorber (13'') als ein eine wabenförmige Struktur aufweisendes Gitter ge- 20

staltet ist.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Röhrenabsorber (13, 13', 13'', 23, 23', 23'', 33) in einem Abstand vor der Vorrichtung (4), der  $\geq 1$  cm, insbesondere zwischen 2 und 5 cm beträgt, angeordnet ist. 25

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Dicke des Röhrenabsorbers (23') zumindest über einen Bereich seiner Erstreckung insbesondere stetig ändert. 30

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Röhrenabsorber (23'') aus Röhren unterschiedlicher Länge zusammensetzt. 35

27. Anordnung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Röhrenquerschnitt über die Rohrlänge variiert wird, wobei die Querschnittsänderung insbesondere stetig erfolgt. 40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

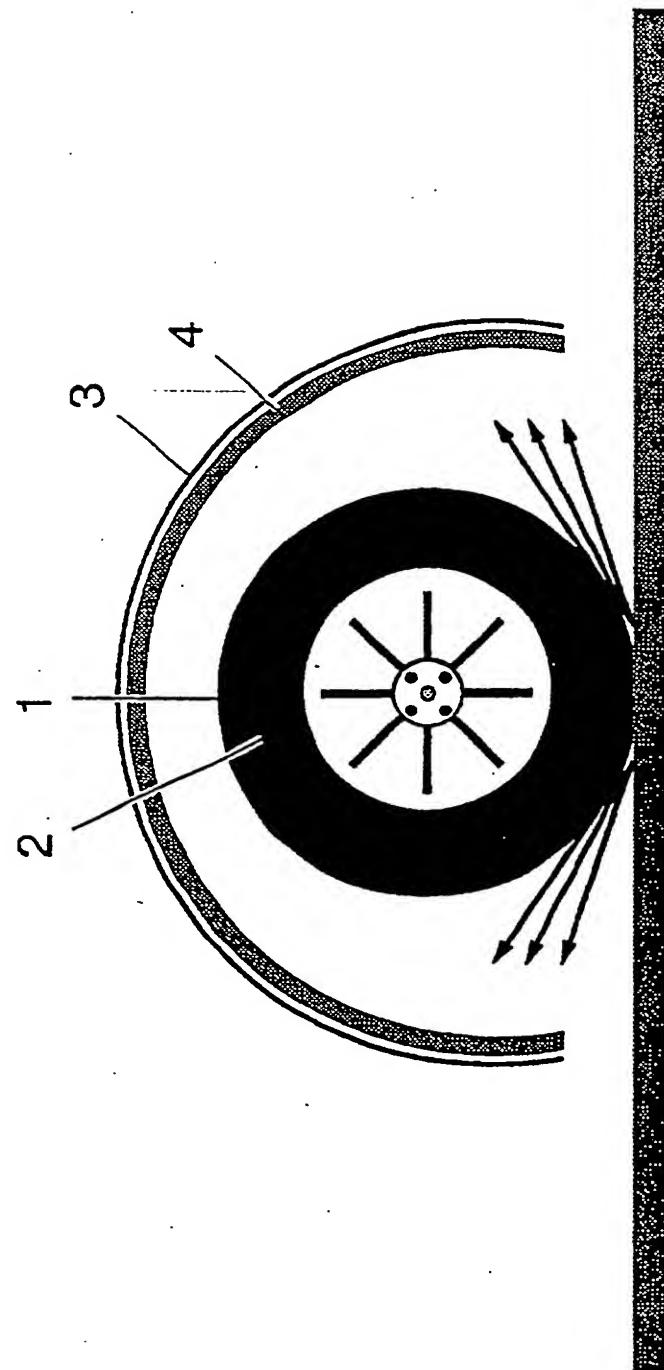


Fig. 1 *X*

Fig. 2a

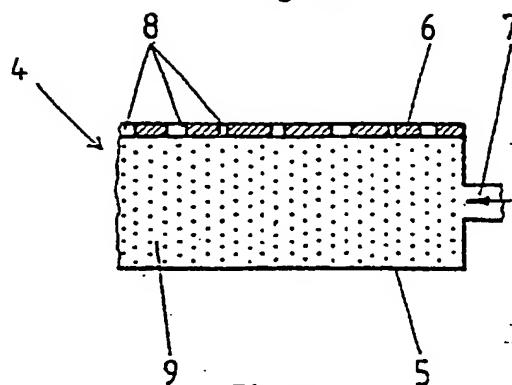


Fig. 2b

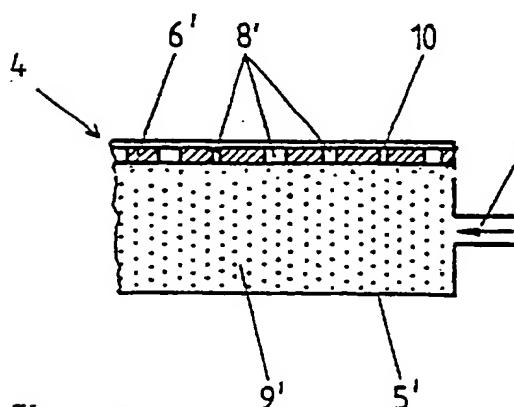


Fig. 2c

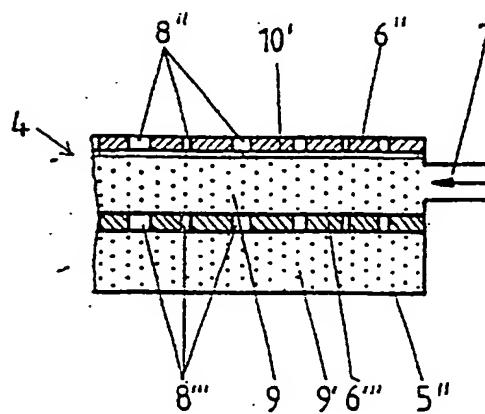


Fig. 3a

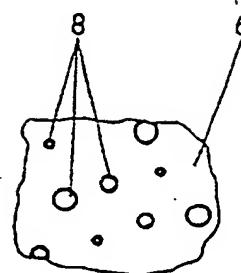


Fig. 3b

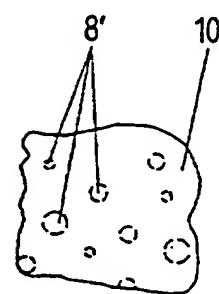


Fig. 4a

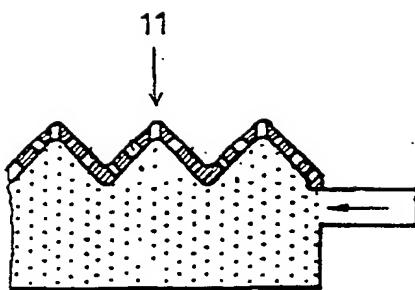


Fig. 4b

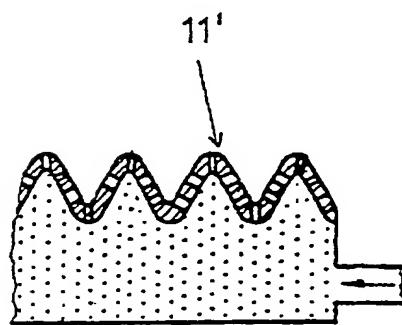


Fig. 4c

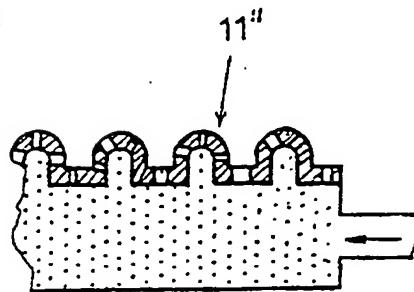


Fig. 5

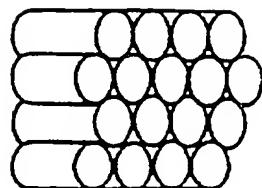


Fig. 6a

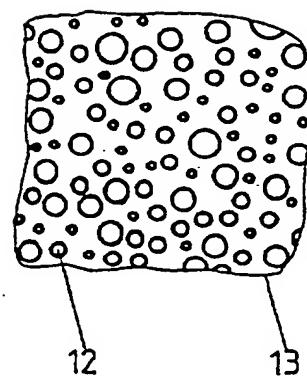


Fig. 6b

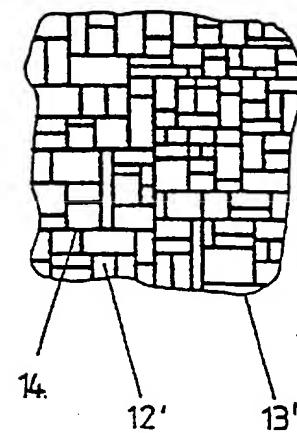


Fig. 6c

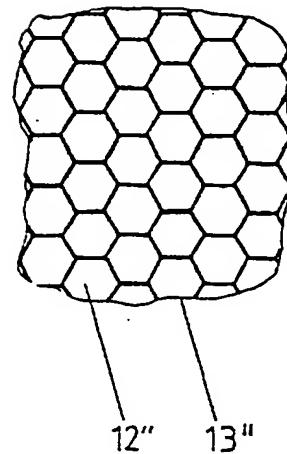


Fig. 7a

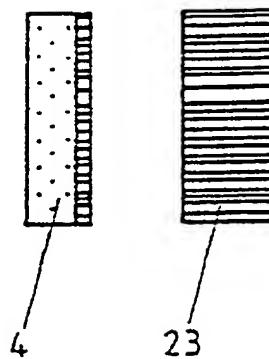


Fig. 7c

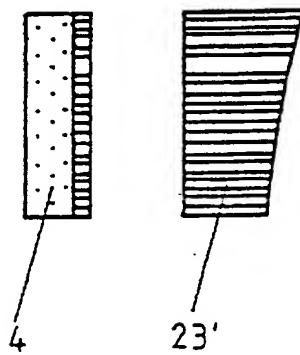


Fig. 7c

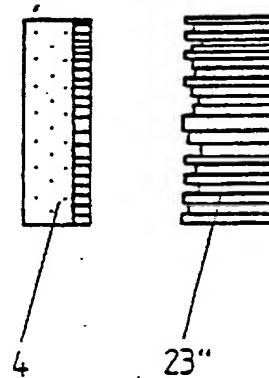


Fig. 8

